

**ANALISA KEAUSAN DAN KERUSAKAN KOMPONEN
UNDERCARRIAGE PADA UNIT BULLDOZER SD22E**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :
YOGA HARTA PRADHANA
D 200 150 110**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KEAUSAN DAN KERUSAKAN KOMPONEN
UNDERCARRIAGE PADA UNIT BULLDOZER SD22E**

PUBLIKASI ILMIAH

Disusun oleh :

YOGA HARTA PRADHANA

Nim : D 200 150 110

NIRM :15 6 106 03030 50110

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing


(Amin Sulistyanto, ST.MT)

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISA KEAUSAN DAN KERUSAKAN KOMPONEN
UNDERCARRIAGE PADA UNIT BULLDOZER SD22E

Oleh :

YOGA HARTA PRADHANA

Nim : D 200 150 110

Telah dipertahan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 19 November 2019

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Dewan Penguji :

Ketua	: <u>Amin Sulistyanto, ST.MT</u>	(.....)
	(Ketua Dewan Penguji)	
Anggota 1	: <u>Dr. Suprivono, M.T., Ph.D.</u>	(.....)
	(Anggota I Dewan Penguji)	
Anggota 2	: <u>Wijianto, ST. MengSc</u>	(.....)
	(Anggota II Dewan Penguji)	

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

NIK/NIDN : 0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka,

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 4 Deseember 2019

Penulis,



YOGA HARTA PRADHANA

D 200 150 110

ANALISA KEAUSAN DAN KERUSAKAN KOMPONEN UNDERCARRIAGE PADA UNIT BULLDOZER SD22E

Abstrak

Penelitian ini mengukur komponen undercarriage yang sudah mengalami keausan/ rusak. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui nilai keausan komponen, dan juga agar dapat memastikan jangka waktu kapan komponen mengalami keausan yang parah, sehingga dapat mengantisipasi kapan harus membeli suku cadang yang tepat. Metode Penelitian dilakukan dengan pengamatan komponen- komponen *Undercarriage* dan mencari penyebab utama keausan, Setelah itu mengukur keausan komponen dengan menggunakan cara *percent worn chart*, kemudian setelah mendapatkan nilai *percent worn*, lalu menghitung jangka waktu komponen agar dapat mengetahui kapan komponen masih bisa bertahan sebelum mengalami keausan yang parah. Hasil Penelitian dari perhitungan jangka waktu komponen dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai keausan komponen maka jangka waktu yang dihasilkan akan semakin sedikit. Keausan komponen juga menjadi faktor penting untuk menentukan jangka waktu lama atau tidaknya komponen masih bisa bertahan.

Kata kunci : Keausan komponen *Undercarriage*, *handbook bulldozer*, Alat ukur (Jangka sorong).

Abstract

This study measures the components of the undercarriage that have experienced wear/damag. Measurement aims to determine the wear value of components, and also to be able to ascertain the time period when the component is experiencing severe wear, so that it can anticipate when to buy the right spare parts. The research method is carried out by observing the components of the undercarriage and looking for the main causes of wear, after that measuring the component wear by using percent worn chart, then after getting the percent worn value, then calculating the time period of the component in order to know when the component can last before experiencing severe wear. The results of the calculation of the component time periode can be concluded that the greater the component wear value, the less time it will produce. Component wear is an important factor for determining whether or not a component can last a long time.

Keywords: Undercarriage component wear, bulldozer handbook, Measuring device (Caliper).

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin bertambah umur unit atau komponen, maka unit atau komponen tersebut mengalami penurunan performansi. Karena itu diperlukan pemeriksaan dan pemeliharaan suatu komponen. Agar dapat mengetahui kapan waktu yang tepat untuk mengganti komponen sebelum mengalami kerusakan parah. Keausan komponen adalah hal yang besar karena jika komponen mengalami keausan yang parah bisa berpengaruh terhadap aset fisik unit, dan yang tidak kalah pentingnya adalah bisa juga menjadi penyebab terhambatnya suatu pekerjaan.

Breakdown merupakan salah satu jenis kegagalan spesifik, dimana suatu peralatan sama sekali tidak mampu untuk berfungsi. Kegagalan suatu peralatan tidak terjadi secara mendadak tetapi merupakan akibat dari kegagalan potensial sebelumnya. Kesalahan pengoperasian, keausan komponen, juga merupakan penyebab kegagalan. Mengingat sifat kegagalannya, maka alat pemantau tidak dapat mendeteksi suatu kegagalan potensial sampai kegagalan potensial berikutnya yang lebih intensif terjadi. Oleh karena itu bila kita berhasil mendeteksi pada sifat fisik maupun kimiawi yang berpengaruh pada fungsi peralatan atau komponen itu telah mengalami kegagalan. Mengetahui keausan bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan parah (*severe damage*) dan umur alat atau komponen sesuai dengan rekomendasi *factory*. Dengan pelaksanaan penelitian yang baik, maka performa komponen dapat terjaga pada kondisi optimalnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengetahui nilai keausan komponen *Undercarriage*
2. Berapa jangka waktu komponen masih bisa bertahan untuk membeli suku cadang
3. Penyebab-penyebab komponen mengalami keausan

1.3 Tujuan penulis

1. Agar bisa mengetahui nilai keausan komponen, sehingga dapat mengantisipasi komponen mengalami keausan yang parah.

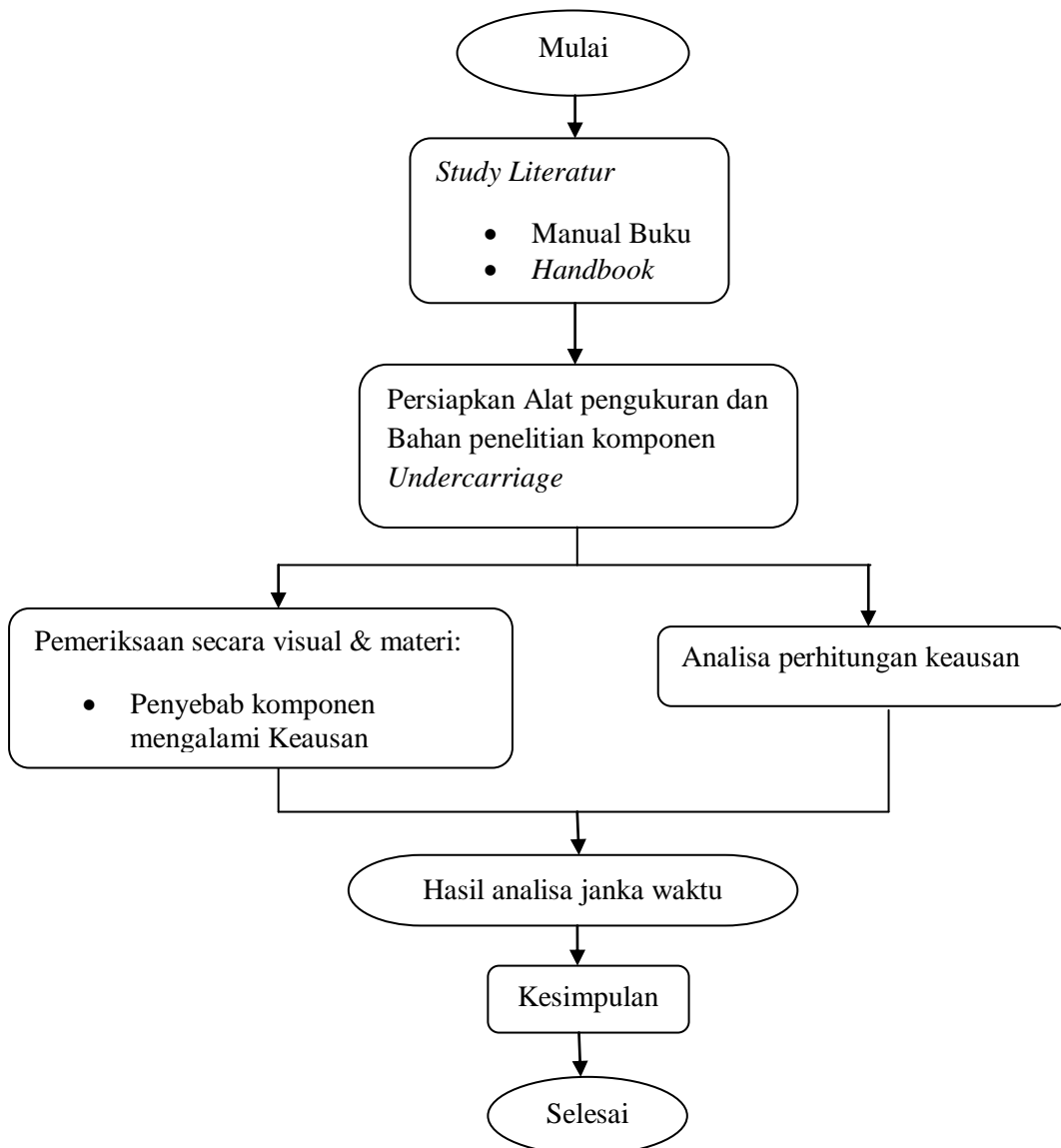
2. Agar dapat membeli suku cadang komponen tepat waktu, sehingga tidak menghambat pekerjaan.

1.4 Batasan Masalah

1. Komponen *Undercarriage* pada unit *Bulldozer*
2. Penelitian yang dibahas pada laporan ini ialah penyebab-penyebab keausan maupun kerusakan pada komponen *Undercarriage* saja.

2. METODE

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Analisa Keausan dan Kerusakan Komponen *Undercarriage*.

2.2 Bulldozer SHANTUI SD22E



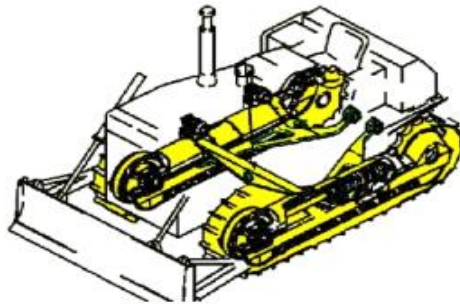
Gambar 2. *Bulldozer* Shantui SD22E

Bulldozer adalah Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan menggali, mendorong dan menarik material seperti tanah, pasir, dan sebagainya. *Bulldozer* dapat dioperasikan pada medan yang berlumpur, berbatu, berbukit dan daerah yang berhutan. *Bulldozer* jenis alat berat bertipe *tractor* menggunakan rantai serta dilengkapi pisau (*blade*) yang terletak di depan.

Unit *bulldozer* model SD22E SHANTUI ini berasal dari China dan di kelola di PT. GMTcactors untuk di jual belikan di Indonesia. Unit *bulldozer* santui SD22E banyak diminati karena harga jual yang lumayan miring dibandingkan produk lain- lainnya. Sehingga dipastikan banyak populasi unit *bulldozer* SD22E sudah banyak di Indonesia. Selain itu *bullozer* SD22E juga sangat cocok dan lebih *fleksibel* untuk dapat diaplikasikan pada tambang kecil sampai tambang besar.

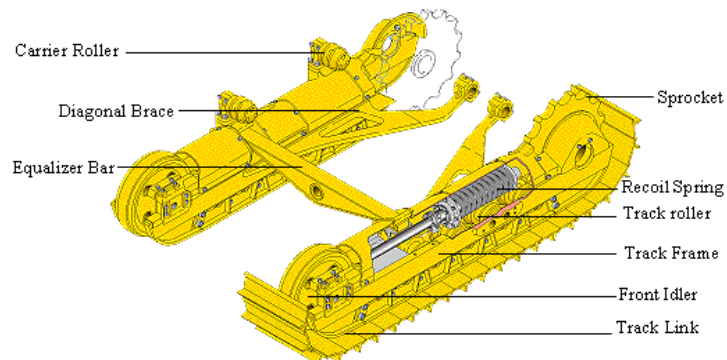
2.3 Komponen *Undercarriage* Pada unit *Bulldozer* Shantui SD22E

Komponen bagian bawah dari unit *bulldozer* yaitu *Undercarriage*, dimana komponen tersebut berfungsi sebagai media penggerak unit tersebut untuk berpindah dari tempat satu ke tempat lainnya. Berikut gambar Komponen *Undercarriage* pada Unit *Bulldozer* :



Gambar 3. *Undercarriage* pada unit *Bulldozer*

Undercariage adalah salah satu komponen yang sangat fital dari sebuah *crawler tractor*. Komponen-komponen *undercarriage* harus dilakukan perbaikan atau penggantian atau (*service*) secara berkala, sebab jika tidak akan berakibat pada menurunnya performa alat tersebut. Dan adapun bagian-bagian komponen pada *Undercarriage*, berikut gambar bagian-bagian komponen *Undercariagge* :



Gambar 4. *Component Undercarriage*

Adapun Kegunaan Komponen *Undercarriage* :

- *Track Shoe* yang berfungsi sebagai penumpu langsung beban unit *bulldozer* dengan tanah.
- *Track Link* berfungsi sebagai tumpuan (rel) *track roller*, sehingga memungkinkan *crawler* dapat berjalan.
- *Front idler* berfungsi membantu mengatur ketegangan pada *track* dan meredam kejutan.
- *Track roller* berfungsi sebagai pembagi berat *bulldozer* ke *Track shoe*.

- *Carrier roller* yang berfungsi sebagai penahan bagian atas dari *track link* dan sebagai penjaga gerakan *track shoe* tetap lurus antara *sprocket* ke *idler*
- *Track frame* sebagai tulang punggung dari pada *undercarriage*, *track frame* sebagai tumpuan *chassis* unit terhadap permukaan tanah dan tempat kedudukan komponen-komponen *undercarriage*.
- *Recoil Spring* berfungsi untuk meredam kejutan - kejutan dari *front idler*.
- *Sprocket* berfungsi sebagai media penerus tenaga gerak ke *track* melalui *bushing* , dan mengubah putaran *sprocket* menjadi gulungan pada *track* agar unit dapat bergerak.
- *Equalizer bar* berfungsi Seperti halnya sistem suspensi yang mengurangi kejutan yang terjadi karena ketidak rataan permukaan jalan (medan operasi).
- *Diagonal Brace* berfungsi untuk menyetabilan struktur komponen saat mengalami pengoperasian.

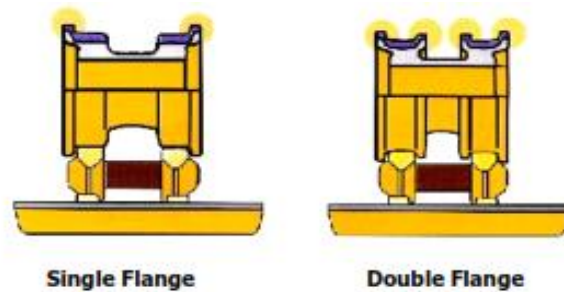
2.4 Track Roller

Track Roller yang dipasang pada bagian bawah *track frame* akan menahan berat unit terhadap *track link*, sehingga dapat dikatakan *track roller* sebagai pembagi berat *chassis* terhadap *track link*, berikut gambaran *track roller* :



Gambar 5. *Track Roller*

Pada unit *bulldozer* untuk *track roller* seperti pada gambar dibagi menjadi dua macam tipe yaitu :



Gambar 6. Sket Jenis *Track Roller*

Jumlah *Track roller* yang dipasang pada *bulldozer* tergantung dari panjang *track* pada permukaan tanah yaitu jarak antara *idler* dengan *sprocket*. Pada posisi ke satu dan terakhir, pada umumnya dipasang *track roller single flanged type* bertujuan agar keausan dapat dikurangi. Baik keausan pada *track link* maupun *track roller* itu sendiri akibat gesekan pada *track link* dengan *flange* pada *track roller* disaat berputar atau belok.

2.5 *Carrier Roller*

Carrier roller adalah bagian dari komponen *undercarriage* yang berbentuk hampir sama dengan *track roller*, akan tetapi memiliki fungsi yang berbeda yaitu :

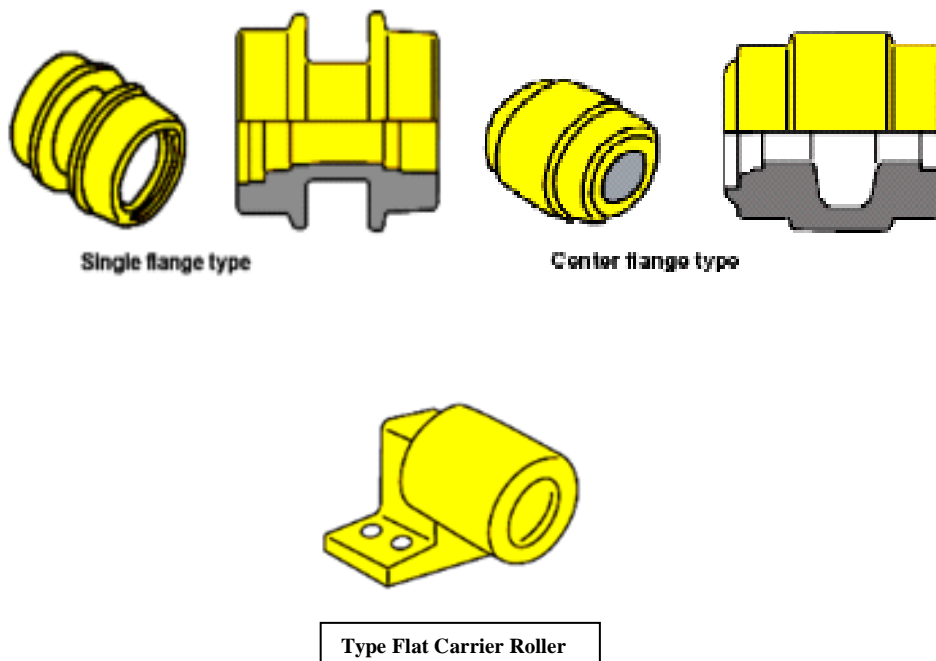
- menahan berat gulungan atas dari *track shoe assy*, agar tidak melentur,
- menjaga gerakan *track shoe* antara *sprocket* ke *idler* atau sebaliknya supaya tetap lurus.



Gambar 7. *Carrier roller*

Dalam unit *Bulldozer* jumlah *carrier roller* yang terpasang pada tiap-tiap sisi *track* sangat tergantung pada panjang pendeknya *track*. Pada umumnya jumlah *carrier roller* yang terpasang adalah 1 atau 2 *carrier roller* pada tiap-tiap sisi.

Terdapat dua tipe *carrier roller*, yaitu tipe *flange (flange type)* dan tipe *flat (flat type)*, *Type flange* memiliki dua jenis yaitu *Single Flange* dan *Center Flange*. Berikut gambar *type carrier roller* :



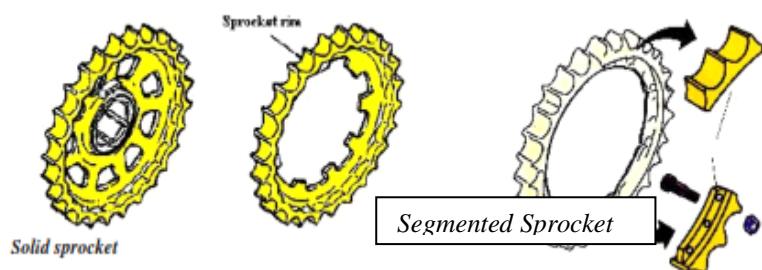
Gambar 8. Tipe- tipe *Carrier Roller*

Tipe dari *Carrier Roller Tipe Flange* memiliki kegunaan masing-masing tipe seperti :

- *Center flange type* pada umumnya digunakan pada unit *hydraulic excavator*, *bulldozer* ukuran kecil, dan *dozer shovels*.
- *Single flange type* pada umumnya digunakan pada unit *bulldozer* dengan ukuran sedang sampai besar dan *dozer shovels*
- *Carrier Roller Type Flat* yaitu *carrier roller* yang berbentuk rata pada permukaannya dan biasanya digunakan pada *hydraulic excavator* dengan ukuran kecil.

2.6 Sprocket

Sprocket sebagai media penerus tenaga gerak ke track melalui *bushing* , dan mengubah putaran *sprocket* menjadi gulungan pada *track* agar unit dapat bergerak. Tipe *sprocket* ada dua macam, yaitu *solid sprocket* dan *segmented sprocket*. *Sprocket* dengan tipe *solid* terbuat dari *cast steel* yang merupakan satu kesatuan, sehingga jika ada salah satu *teeth* pada *sprocket* yang mengalami kerusakan, maka untuk menggantinya harus dilakukan pemotongan dan dilas kembali sedangkan *Sprocket* tipe *segmented* lebih banyak digunakan karena cukup praktis penggunaannya karena mudah dilepas atau diganti satu persatu. Berikut gambaran tipe *Sprocket* :



Gambar 9, Tipe *Sprocket*

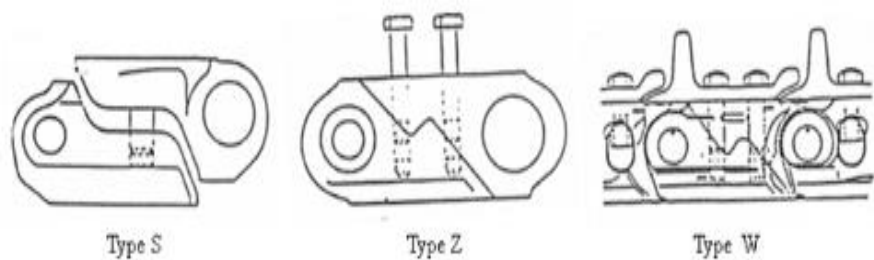
2.7 Link

Link berfungsi sebagai penumpu berat unit ke landasan sekaligus sebagai tempat kedudukan *pin*, *bushing* dan *track shoe* dan sebagai tempat persinggungan dengan *roller* saat *crawler tractors* diam maupun bergerak. *link* ini menghubungkan dan memutuskan *crawler* (hanya pada *master link*).



Gambar 10. *Link*

Dimana dalam mempermudah proses *assembly* dan *disassembly* maka pada *track link* dibuat *master link*. *Master link* terbagi menjadi beberapa tipe yaitu *Type S*, *Type Z*, *Type W*. Berikut gambaran tipe-tipe *master link* :



Gambar 11. Tipe *Master Link*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Penyebab Keausan komponen *Undercarriage Carrier Roller*

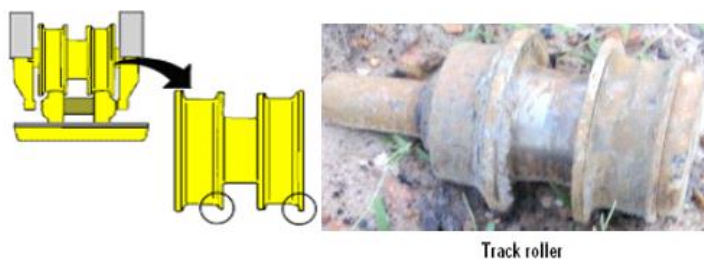
Tanah yang menempel saat unit beroperasi dan mengeras mengakibatkan *carrier roller* tidak dapat berputar saat unit sedang berjalan. Hal ini lah yang dapat menyebabkan keausan pada permukaan *carrier roller* tidak merata atau pada satu sisi permukaan sehingga keausan ke batas maksimal akan lebih cepat.



Gambar 12. Keausan komponen *Carrier Roller*

Track Roller

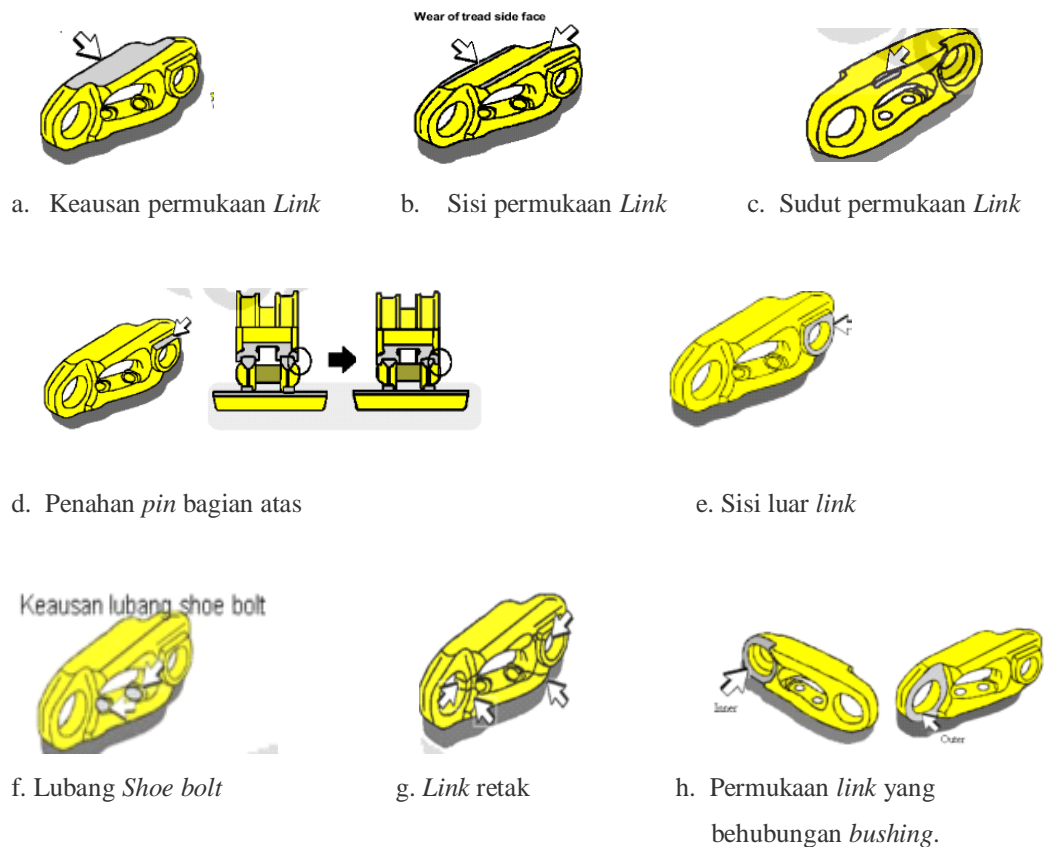
Kerusakan yang terjadi pada *Track roller* hampir sama dengan kerusakan pada *Carrier Roller* penyebab keausan (normal). Sedangkan yang terjadi karena keausan pada *flange* akibat bersinggungan dengan *track guard* yang memiliki jarak yang cukup lebar ini merupakan salah satu kerusakan tidak normal yang diakibatkan gerakan *snaky track*.



Gambar 13. Kerusakan Pada *Track Roller*

Track link

Struktur Track Link sebetulnya memerlukan hal yang kompleks. Karakteristik yang diperlukan adalah umur pakai yang panjang dan ketahanan terhadap retak (*crack*). Berikut beberapa kerusakan normal dan tidak normal yang terjadi pada komponen *Track link* :



Gambar 14. Macam-macam Kerusakan pada *Track Link*.

Penyebab masing- masing kerusakan :

a. Keausan permukaan Link

- *Track link tread* mengalami keausan diakibatkan karena pasir dan partikel- partikel abrasif lainnya, juga karena menerima tekanan dan gesekan yang terus menerus dari *Track roller*
- Kotoran tanah yang menumpuk pada *carrier roller* Sehingga fungsi dari *carrier roller* akan berubah dari

penghantar gaya dan penahan *track link* pada bagian atas untuk dapat berputar menjadi media gesekan (*gerinda*) pada permukaan *track link*.

b. Keausan Sisi Permukaan *Link*

Pengaruh dari pengoperasian yang kurang tepat menyebabkan keausan sisi permukaan *link*, berikut pengoperasian tidak sesuai :

- Pengoperasian unit sering melakukan belokan-belokan tajam.
- Unit dibelokkan pada arah yang sama secara terus menerus dalam waktu yang lama.
- Ketika unit melakukan *traveling* melintasi punggung bukit atau memotong bukit pada satu sisi pada waktu yang lama.

c. Keausan Sudut Permukaan *Link*

- Tekanan yang tinggi pada permukaan *link* akibat hentakan tiba-tiba dari *roller* pada saat unit beroperasi.
- keausan sudut permukaan *link* juga dikarenakan terjadinya hentakan yang keras akibat kondisi batuan yang dilewati atau terjadi karena *travel* dengan kecepatan yang cukup tinggi.

d. Penahan *Pin* Bagian Atas

- Persinggungan antara penahan *pin* bagian atas dengan *track roller* atau *carrier roller* Sejalan dengan keausan pada permukaan *link* keausan juga terjadi pada sisi *roller* yang bersinggungan dengan permukaan *link*.

e. Keausan Sisi Luar *Link*

- Posisi *track guard* akan bersinggungan dengan sisi luar *track link*, Pergerakan unit dengan jarak yang jauh dengan kondisi miring, beban menerus dari berat unit akan mempercepat keausan pada sisi luar *link* dan permukaan *track roller*,

menyebabkan penahan *pin* pada *link* akan bersinggungan dengan *track roller guard*.

- *Track link* yang bergerak tidak lurus (*snaky track*) akibat tegangan *track* yang kendur.

f. Keausan Lubang *Shoe Bolt*

- Torsi kekencangan *bolt* tidak sampai standarnya dan pengaruh penggunaan *shoe* yang lebarnya tidak sesuai. Sehingga sering mengakibatkan *bolt track* patah dan ulir baik di *link* maupun *bolt* rusak.

g. *Link Retak*

Kerusakan ini bisa terjadi dari faktor luar seperti sering unit beroperasi di daerah yang memiliki struktur tanah batuan keras. Serta pengaruh kondisi unit :

- Keausan *shoe* sudah parah, sehingga fungsi *shoe* untuk mengurangi beban unit kepermukaan tanah langsung diterima oleh mata *link*.
- *Shoe bolts* ada yang hilang, sehingga terjadi tumbukan terus menerus pada mata *link* dan *shoe* saat unit beroperasi.
- Kegagalan bertemunya *teeth sprocket* dengan *bushing link* karena terjadinya perpanjangan *link pitch*. Hal ini bisa menyebabkan hentakan keras yang diteruskan ke *track link*.

h. Permukaan *link* yang berhubungan *bushing*.

- Permukaan *link* yang berhubungan dengan *pin* dan *bushing* mengalami keausan disebabkan karena adanya tanah yang masuk dalam persinggungan tersebut di saat unit bekerja lama kelamaan sehingga semakin mempercepat keausan.

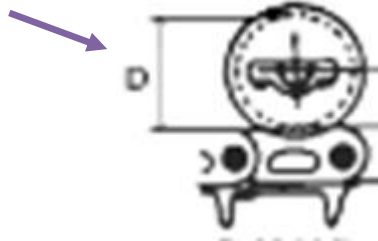
3.2 Analisa Perhitungan Keausan

Percent Worn Chart

Percent Worn Chart adalah mengukur komponen *undercarriage* yang bertujuan untuk mencari nilai keausan (*percen worn*) , Sehingga kita dapat mengetahui berapa lama lagi komponen masih bisa bertahan dengan nilai keausan tersebut.

a) *Track Roller*

Diameter luar *track roller*



Gambar 15. Mengukur diameter luar *Track Roller*

Seperti gambar diatas menjelaskan cara mengukur diameter luar *Track Roller* yang ditunjukan oleh anak panah. Pengukuran komponen menggunakan jangka sorong, untuk mencari ukuran diameter luar komponen *Track Roller* tersebut. Dan setelah mendapatkan ukuran kemudian dibandingkan dengan tabel 1. berikut *percen worn chart* (*outer worn chart*) kalau sudah sesuai maka sudah jelas worn keausan komponen dan bila tidak tercantum maka harus menggunakan rumus. Berikut rumus untuk mencari *Wear Rate (Worn)* :

$$\text{Worn (Wear Rate)} = \frac{\text{Standart Value} - \text{Measured wear rate}}{\text{Standart Value} - \text{Repair limit}} \times 100 \% \dots(1)$$

TRACK ROLLER

Tabel 1. *Worn Outer Diameter Track Roller*

(Sumber : *Handbook Bulldozer*)

mm	% Worn	Inches
135.0	0	5.31
134.2	10	5.28
133.4	20	5.25
132.6	30	5.22
131.8	40	5.19
131.0	50	5.16
130.2	60	5.13
129.4	70	5.09
128.6	80	5.06
127.8	90	5.03
127.0	100	5.00
126.2	110	4.97
125.4	120	4.94
124.6	130	4.85

Hasil pengukuran diameter luar *Track Roller* adalah 128.6 kemudian dibandingkan ditabel 1. *Percent worn chart* ada, Sehingga sudah dapat diketahui nilai keausan *percent worn* komponen *Track Roller* yaitu 80 %. Jadi dengan nilai *percent worn* 80% dapat di ketahui kalau komponen *Track roller* sudah mengalami keausan yang tak layak digunakan lagi.

3.3 Analisa Jangka waktu

Untuk perkiraan jangka waktu komponen masih bisa bertahan dengan keausan 80% pada komponen *Track Roller* diatas . Semisal setiap komponen mengalami keausan 10% saat pengoprasian unit dalam sehari 8 jam dan digunakan 5 hari kerja, maka setiap 10 % keausan memakan

40 jam pengoperasian (PT. GMT) , Jadi dalam keausan 80% dari komponen *Track Roller* memiliki jangka waktu :

Perhitungan

Ketetapan pengoperasian :

$$100\% - 80\% = 20\%$$

$$10\% \text{ keausan} = 40 \text{ jam (seminggu)}$$

$$20\% \text{ keausan} = \alpha ?$$

$$\frac{10}{20} = \frac{40}{\alpha}$$

$$10 \cdot \alpha = 20 \times 40$$

$$\alpha = \frac{20 \times 40}{10}$$

$$\alpha = 80 \text{ jam}$$

Jadi untuk menentukan berapa hari komponen bisa bertahan maka,
$$\frac{\text{hasil perhitungan pengoperasian}}{\text{pengoperasian 1 minggu.}} \Rightarrow \frac{80}{40} = 2 \text{ minggu, Sehingga sebelum 2 minggu seharusnya unit sudah mempunyai / memesan suku cadang komponen } \textit{Track roller} \text{ supaya pekerjaan tidak terhambat.}$$

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan tentang keausan komponen *Undercarriage Unit Bulldozer SD22E* didapatkan kesimpulan berikut :

1. Penyebab kerusakan komponen *undercarriage* mayoritas terjadi karena adanya kotoran pada bagian komponen *Undercarriage*, Di saat komponen *Undercarriage* dalam keadaan kotor komponen lama kelamaan akan mengalami keausan karena saat komponen bergerak terbentur dengan kotoran yang mengeras sehingga mudahnya komponen mengalami keausan.
2. Pengoperasian yang kurang tepat juga menjadi sumber penyebab komponen di *Undercarriage* mengalami keausan.
3. Nilai keausan dari komponen dapat mempengaruhi jangka waktu komponen bisa bertahan, dan untuk memesan suku cadang.

4.2 Saran

Adapun saran penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pentingnya membersihkan unit setelah melakukan pengoperasian / pekerjaan terutama pada bagian *Undercarriage*.
2. Setelah mengetahui jangka waktu komponen sebelum mengalami keausan parah (tidak layak) diharapkan secepatnya memesan suku cadang komponen agar pekerjaan tidak terhambat suatu saat nanti.

PERSANTUNAN

Terimakasih kepada bapak Amin Sulistyanto, ST.MT. selaku pembimbing Tugas Akhir serta Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta atas dukungan penelitian Tugas Akhir

DAFTAR PUSTAKA

Linkone 7 version software. Komatsu Product. 2009

Anonim, 2006. *Specifications & Application Hand Book Dozer Edition 27*.

Hidayat Jati, 2011. Peningkatan Perawatan Komponen Undercarriage Alat berat

Anonim, 2005. *Specifications & Application Hand Book Tractors Equipment Edition 26*.

Sumber : <https://docplayer.info/docs-images/60/44832835/images/24-0.png>

Lit 1 : Keausan komponen Undercarriage

Modul Basic Mechanical Course, Final Drive & Undercarriage. Jakarta . PT. Pamapersada Nusantara Tbk.

Anonim, *.Modul Basic Undercarriage Wear*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk.

Single Flange komponen Sumber : <http://www.huafutrade.com/UpFil>.

Rahman, Adithya. 2012. “*Keausan*”. Diakses (29 Mei 2012) Available from : <http://blog.ub.ac.id/adithyarahman/2012/05/29/keausan/>.

Wijayanto, Andhika. 2012. “*Keausan Wear*”. Diakses (25 Mei 2012)
Evailable

from: <http://blog.ub.ac.id/andhikawijayanto/2012/05/25/keausan-wear/>.

Cardraelli,Francois. *Materials Handbook*. Edisi ke-2. Penerbit Springer.
London 2008.